

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 21102 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 21102 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 21102 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ครอบคลุม (1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล และ (4) การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร ปีการศึกษา 2558 จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 400 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 โรงเรียนพนัสพิทยาคารที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 50 คนซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ( Cluster Random Sampling ) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เนื่องจากมีการจัดชั้นเรียนแบบผลการเรียนและคุณลักษณะของนักเรียนมีความคล้ายคลึงกัน

#### 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ประเภท ได้แก่ (1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 21102 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 21102 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ (3) แบบประเมินความพึงพอใจต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 21102 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 21102 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

### 2.1.1 ชั้นวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดดังนี้

- 1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด การจัดการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล โดยเน้นเรื่องทศนิยมและเศษส่วน
  - 2) วิเคราะห์หลักสูตร เพื่อจำแนกกิจกรรม กระบวนการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เรื่องทศนิยมและเศษส่วน กำหนดตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลโดยอิงสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร
  - 3) วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เกี่ยวกับสาระคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมและเศษส่วน โดยละเอียด กำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้และเนื้อหาย่อยโดยละเอียด แบ่งเนื้อหาเป็นหัวเรื่องย่อยจำนวน 15 ข้อ และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจำนวน 25 ข้อ
  - 4) วิเคราะห์ผู้เรียน พบว่า นักเรียนเคยได้ศึกษาเนื้อหาเรื่องทศนิยมและเศษส่วนมาบ้างแล้วในระดับพื้นฐานแต่ยังไม่เข้าใจในเนื้อหาเท่าที่ควร และนักเรียนเคยผ่านการเรียนพื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์มาแล้ว มีความสามารถในการใช้เมาส์และการเข้าออกโปรแกรมพื้นฐานได้เป็นอย่างดี
  - 5) วิเคราะห์ผู้สอน รายวิชานี้ผู้วิจัยเป็นผู้สอนและมีความรู้ความสามารถที่จะพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
  - 6) ศึกษาหลักการ วิธีการ ทฤษฎี และเทคนิควิธีสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จากเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องทศนิยมและเศษส่วน

| เนื้อหา   | จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม  | จำนวนข้อสอบ | เวลา (ชั่วโมง) |
|---|---|-------------|----------------|
| 1 ทศนิยมและการเปรียบเทียบทศนิยม                 | 1 บอกค่าประจำหลักของทศนิยมตำแหน่งต่างๆ และค่าของเลขโดดได้<br>2 เปรียบเทียบทศนิยมได้ | 2           | 2              |
| 2 การบวกทศนิยม                                  | 3 หาผลบวกของทศนิยมที่กำหนดให้ได้  | 1           | 2              |
| 3 การลบทศนิยม                                   | 4 หาผลลบของทศนิยมที่กำหนดให้ได้   | 1           | 1              |
| 4 การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวกและการลบทศนิยม | 5 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวกและการลบทศนิยมได้                                     | 2           | 1              |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

| เนื้อหา   | จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม  | จำนวน<br>ข้อสอบ | เวลา<br>(ชั่วโมง) |
|---|---|-----------------|-------------------|
| 5 การคุณทศนิยม  | 6 หาผลคูณของทศนิยมที่กำหนดให้ได้  | 1               | 2                 |
|   | 7 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคุณทศนิยมได้   | 1               |                   |
| 6 การหารทศนิยม  | 8 หาผลหารของทศนิยมที่กำหนดให้ได้  | 1               | 2                 |
|   | 9 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหารทศนิยมได้   | 1               |                   |
| 7 การบวก ลบ คูณ<br>หารทศนิยม                              | 10 บวก ลบ คูณ หาร ทศนิยมได้   | 2               | 2                 |
|   | 11 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ<br>หารทศนิยมได้                                      |                 |                   |
| 8 เศษส่วนและ<br>การเปรียบเทียบเศษส่วน                     | 12 บอกเศษส่วนที่แทนด้วยจุดบน<br>เส้นจำนวนและหาจุดบนเส้นจำนวน<br>ที่แทนเศษส่วนที่กำหนดให้ได้ |                 | 2                 |
|   | 13 เปรียบเทียบเศษส่วนได้  | 2               |                   |
| 9 การบวกเศษส่วน   | 14 หาผลบวกของเศษส่วนที่กำหนดให้ได้  | 2               | 2                 |
| 10 การลบเศษส่วน   | 15 หาผลลบของเศษส่วนที่กำหนดให้ได้   | 2               | 1                 |
| 11 การแก้โจทย์ปัญหา<br>เกี่ยวกับการบวกและ<br>การลบเศษส่วน | 16 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวกและ<br>การลบเศษส่วนได้                                       | 2               | 1                 |
|   |   |                 |                   |
| 12 การคูณเศษส่วน  | 17 หาผลคูณของเศษส่วนที่กำหนดให้ได้  | 1               | 2                 |
|   | 18 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณเศษส่วน<br>ได้   | 1               |                   |
| 13 การหารเศษส่วน  | 19 หาผลหารของเศษส่วนที่กำหนดให้ได้  | 1               | 2                 |
|   | 20 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหารเศษส่วน<br>ได้   | 1               |                   |
| 14 การบวก ลบ คูณ<br>หารเศษส่วน                            | 21 บวก ลบ คูณ หารเศษส่วนได้   | 2               | 2                 |
|   | 22 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวก ลบ<br>คูณ หารเศษส่วนได้                                     | 1               |                   |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

| เนื้อหา                                    | จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม                           | จำนวน<br>ข้อสอบ | เวลา<br>(ชั่วโมง) |
|--|--|-----------------|-------------------|
| 15 ความสัมพันธ์ระหว่าง<br>ทศนิยมและเศษส่วน | 23 เขียนเศษส่วนให้อยู่ในรูปทศนิยมได้             | 1               | 2                 |
|  | 24 เขียนทศนิยมซ้ำศูนย์ให้อยู่ในรูปเศษส่วน<br>ได้ | 1               |                   |
|  | 25 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทศนิยมและ<br>เศษส่วนได้ | 1               |                   |

### 2.1.2 ขั้นตอนการออกแบบ ผู้วิจัยได้ออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีขั้นตอน ดังนี้

1) กำหนดแหล่งข้อมูลที่ใช้เป็นกรอบเนื้อหาสาระของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คือ  
แบบเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ของสถาบันส่งเสริม  
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) กำหนดมาตรฐานของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วย

- (1) ออกแบบขนาดหน้าจอกของหนังสือให้มีขนาดพอเหมาะ
- (2) กำหนดรูปแบบตัวอักษร กำหนดขนาดและสีของตัวอักษร
- (3) ออกแบบพื้นหลัง
- (4) ออกแบบรูปภาพและภาพเคลื่อนไหว
- (5) ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3) ออกแบบเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ การออกแบบเนื้อหาสาระจะต้อง  
คำนึงถึงความชัดเจน กระชับ โดยมีการประกอบในลักษณะของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ บทเรียน  
แต่ละเฟรมสามารถเชื่อมโยงไปยังเฟรมอื่นๆ ได้ทันที หรือกลับมายังจุดเริ่มต้น ได้ซึ่งมีลักษณะเป็น  
แบบผสมกันระหว่างแบบลำดับขั้นและแบบเชิงเส้น ผู้เรียนมีทางเลือกและอิสระในการศึกษาเรื่อง  
ใดก่อนหรือหลังก็ได้ตามความสนใจ

4) ออกแบบกิจกรรม แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ได้ดำเนินการแจ้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดำเนินการ  
ทดสอบก่อนเรียนเพื่อดูพฤติกรรมของผู้เรียนเบื้องต้น อันเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน จากนั้น  
นำเข้าสู่บทเรียน เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมีความต้องการที่จะเรียนและครูต้อง  
อธิบายให้เข้าใจก่อนลงมือเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยบทบาทของครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะ  
ให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนให้เรียนเกิดการรับรู้ตามจุดประสงค์ที่วางไว้ โดยผู้สอนจะคำนึงและ

มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญโดยผู้สอนจะมีหน้าที่คอยให้คำปรึกษา ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เกิดความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และตอนท้ายมีการประเมินผลเพื่อให้ทราบความก้าวหน้าของนักเรียนว่ามีมากน้อยเพียงใดหรือมีสิ่งใดที่ต้องการปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนการสอน

5) เขียนบทดำเนินเรื่อง ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้อธิบายเรื่องราวของบทเรียนประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งออกเป็นเฟรมๆ ตั้งแต่เฟรมแรกซึ่งเป็น Title ของบทเรียนจนถึงเฟรมสุดท้าย

### 2.1.3 ขั้นพัฒนา มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ดำเนินการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามบทดำเนินเรื่องที่ได้ออกแบบไว้
- 2) นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 2 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 2 ท่าน (รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) ผู้ทรงคุณวุฒิได้ตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จากแบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (แบบประเมินคุณภาพปรากฏในภาคผนวก ข) สรุปได้ว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

ก. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเสนอแนะให้แก้ไขปรับปรุง (1) เนื้อหาบางส่วนให้ลดรายละเอียดปลีกย่อยให้น้อยลง แบ่งเนื้อหาให้เป็นหมวดหมู่มากขึ้น (2) แก้ไขคำที่พิมพ์ผิดให้ถูกต้อง (3) ปรับคำพูดของตัวละครให้เป็นภาษาพูดและ(4)แก้ไขเนื้อหาที่ยังใช้คำไม่ถูกต้อง

ข. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษาเสนอแนะให้แก้ไขปรับปรุง (1) แก้ไขตัวอักษรให้มีขนาดที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนมากขึ้น (2) แก้ไขรูปแบบของปุ่มคำสั่ง (3) แก้ไขเสียงประกอบให้ฟังชัดเจนนยิ่งขึ้น (4) เพิ่มเลขหน้าลงไปบนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และ(5) การวางปุ่มเพื่อเชื่อมโยงอาจวางไว้หลายที่เพื่อความสะดวก เช่น เมื่อเรียนจบตอนใดตอนหนึ่งแล้วอาจวางปุ่มให้เชื่อมโยงให้ไปที่กิจกรรมไว้ในหน้าสุดท้ายของเนื้อหาตอนนั้นด้วย นักเรียนไม่จำเป็นต้องมาคลิกเลือกที่เมนูหลักอย่างเดียว

ค. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลเสนอแนะให้แก้ไขปรับปรุง คือ แบบทดสอบบางข้อมีคำตอบที่ไม่ชัดเจน

การแก้ไขหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามข้อเสนอแนะดังนี้ (1) ปรับเนื้อหาโดยตัดรายละเอียดปลีกย่อยที่ไม่จำเป็นออก (2)แก้ไขคำที่พิมพ์ผิดให้ถูกต้อง (3) ปรับคำพูดของตัวละครให้เป็นภาษาพูด (4) แก้ไขเนื้อหาให้ใช้คำที่ถูกต้อง (5) เพิ่มขนาดของตัวอักษรให้มีขนาดที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน (6)เพิ่มความชัดเจนของเสียงประกอบ

ให้ดังพอเหมาะ (7) เพิ่มเลขหน้าลงในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (8) เขียนคำสั่งเพื่อควบคุมให้โปรแกรมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทำงานตามลำดับ คือ ทำการทดสอบก่อนเรียน ศึกษาเนื้อหา ทำกิจกรรมระหว่างเรียนและทำการทดสอบหลังเรียน จัดวางปุ่มเชื่อมโยงเพิ่มขึ้น เพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงไปยังหน้าจอที่ศึกษาหรือทำกิจกรรมในลำดับต่อไป ทำให้นักเรียนมีความสะดวกมากขึ้น และ(9) ปรับเปลี่ยนตัวเลือกบางตัวเลือกในแบบทดสอบเพื่อให้ตัวเลือกมีความชัดเจน

#### 2.1.4 ขั้นนำไปใช้

นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยผู้เรียนที่ใช้ในการทดลอง มีใช้กลุ่มทดลองตามแบบแผนการทดลอง โดยนักเรียนมีพื้นฐานการใช้งานคอมพิวเตอร์เป็นอย่างดี ดังนี้

1) ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนพนัสพิทยาคาร ในภาคเรียนที่ 2/2557 จำนวน 3 คน ประกอบด้วยนักเรียนในกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน กลุ่มละ 1 คน ซึ่งได้จากเกรดเฉลี่ยสะสม โดยให้นักเรียนได้ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนและสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีการปรับปรุงแก้ไขคือ ปรับปรุงจุดเชื่อมโยงของหน้าเอกสารของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้ชัดเจน สะดวกต่อการใช้งาน สีของตัวอักษรและขนาดของตัวอักษร

2) ทดลองกับกลุ่มย่อย ผู้วิจัยได้นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนพนัสพิทยาคาร ในภาคเรียนที่ 2/2557 จำนวน 6 คน โดยคละความสามารถ เพื่อหาข้อบกพร่องของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งทั้งนี้ผู้เรียนที่ใช้ในการทดลองมีใช้กลุ่มทดลองตามแบบแผนการทดลอง พบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีการปรับปรุงในเรื่องจำนวนตัวอย่างที่นำเสนอมีจำนวนมากให้ลดจำนวนตัวอย่างลง ลดจำนวนข้อของแบบฝึกหัด และแก้ไขภาษาในแบบทดสอบบางข้อให้เข้าใจง่ายขึ้น

3) ทดลองภาคสนาม ผู้วิจัยนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนพนัสพิทยาคาร ในภาคเรียนที่ 2/2557 จำนวน 30 คน โดยคละความสามารถ มีขั้นตอนดังนี้

- (1) ชี้แจงให้ผู้เรียนได้ทราบถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
- (2) ทดลองใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยทดสอบก่อนเรียน
- (3) ศึกษาจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละเล่มจะประกอบด้วยสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาสาระ กิจกรรม และแบบทดสอบหลังเรียน

จนครบ 15 เล่ม

(4) ทำแบบทดสอบหลังเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจต่อหนังสือ  
อิเล็กทรอนิกส์

ได้ค่าประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเท่ากับ 85/85 ตามเกณฑ์ที่กำหนด

#### 2.1.5 ชั้นประเมินผล

1) ประเมินระหว่างเรียน/ประเมินหาผลสรุป การประเมินผลระหว่างการดำเนินการ  
สอนเป็นการประเมินจากการสอบถามและสังเกตและการใช้แบบประเมิน

2) ประเมินหลังเรียน/ประเมินสรุปรวบยอด เป็นการประเมินผลโดยการใช้  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.2 แบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

#### 2.2.1 ชั้นวิเคราะห์

1) กำหนดสิ่งที่จะสอบถาม ครอบคลุมด้านเนื้อหาภาษาในการนำเสนอเนื้อหาสาระ  
ด้านรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาสาระ ด้านเทคนิคการออกแบบและการจัดการในบทเรียน  
ด้านแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน และแบบฝึกทักษะ

2) ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามและแบบประเมิน  
ครอบคลุมประเภทและหลักการของการสร้างแบบทดสอบและแบบประเมินตามวิธีของ  
ลิกเอิร์ต

#### 2.2.2 ชั้นออกแบบ

ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามที่ได้กำหนดสิ่งที่  
จะถามดังนี้

1) ตอนที่ 1 แบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า มี 7 หัวเรื่องจำนวน 45 ข้อความ  
ดังนี้ (1) ด้านเนื้อหาสาระ จำนวน 6 ข้อคำถาม (2) ด้านภาษาในการนำเสนอเนื้อหาสาระ จำนวน  
2 ข้อคำถาม (3) รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาสาระ จำนวน 2 ข้อคำถาม (4) ด้านเทคนิคการออกแบบ  
และการจัดการในบทเรียน จำนวน 15 ข้อคำถาม (5) ด้านแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 5 ข้อคำถาม  
(6) ด้านแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 5 ข้อคำถามและ(7) ด้านแบบฝึกทักษะ จำนวน 5 ข้อคำถาม

2) ตอนที่ 2 แบบทดสอบถามปลายเปิด เกี่ยวกับข้อเสนอแนะและความคิดเห็น  
เพิ่มเติม จำนวน 1 ข้อ

### 2.2.3 ขั้นพัฒนา

ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบของแบบประเมินเป็นข้อคำถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับมีค่าน้ำหนักและค่าคะแนน ดังนี้

|              |   |         |                   |
|--------------|---|---------|-------------------|
| ระดับประเมิน | 5 | หมายถึง | มีคุณภาพดีมาก     |
| ระดับประเมิน | 4 | หมายถึง | มีคุณภาพดี        |
| ระดับประเมิน | 3 | หมายถึง | มีคุณภาพพอใช้     |
| ระดับประเมิน | 2 | หมายถึง | ต้องปรับปรุงแก้ไข |
| ระดับประเมิน | 1 | หมายถึง | ไม่มีคุณภาพ       |

### 2.2.4 ขั้นนำไปใช้

นำแบบประเมินคุณภาพที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบข้อคำถาม ครอบคลุมวัตถุประสงค์สิ่งที่ประเมิน ความชัดเจนของข้อคำถาม และภาษาที่ใช้จากแบบประเมิน ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าแบบประเมินคุณภาพมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

### 2.2.5 ขั้นประเมินผล

จัดพิมพ์แบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นฉบับสมบูรณ์

## 2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

### 2.3.1 ขั้นวิเคราะห์

- 1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเขียนข้อสอบ การหาค่าอำนาจจำแนก การหาค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรง และการวัดผลการศึกษา
- 2) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร วิเคราะห์สาระการเรียนรู้จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยละเอียด

### 2.3.2 ขั้นการออกแบบ

- 1) สร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการออกข้อสอบให้ตรงกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยยึดรูปแบบของเบนจามิน บลูม มี 6 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า สำหรับแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ระดับดังนี้



ตารางที่ 3.2 การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

| ชื่อเรื่อง       | พุทธิพิสัย        |            |            |              |               |               | รวม |
|------------------|-------------------|------------|------------|--------------|---------------|---------------|-----|
|                  | ความรู้ความเข้าใจ | ความเข้าใจ | การนำไปใช้ | การวิเคราะห์ | การสังเคราะห์ | การประเมินค่า |     |
| ทศนิยมและเศษส่วน | 3                 | 17         | 10         | -            | -             | -             | 30  |

2) กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

### 2.3.3 ขั้นพัฒนา

1) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ จำนวน 50 ข้อ เพื่อเลือกใช้จริง 30 ข้อ

2) นำแบบทดสอบที่สร้างแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้และความถูกต้องของแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ปรับตัวเลือกตอบที่ยาวให้สั้นกระชับได้ใจความ แก้ไขข้อคำถามบางข้อที่ไม่ชัดเจนให้มีความชัดเจน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

### 2.3.4 ขั้นนำไปใช้

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คน ที่เคยเรียนเนื้อหาแล้ว เพื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อแบ่งเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิคของ จุง เตห์ ฟาน โดยให้คะแนนข้อที่ตอบถูกเป็น 1 ข้อที่ตอบผิดเป็น 0 เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.48 – 0.73 ค่าอำนาจจำแนก(r) ตั้งแต่ 0.35 – 0.90 จากการวิเคราะห์เป็นรายข้อ สรุปว่าแบบทดสอบทั้ง 30 ข้อ

เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดตามค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายละเอียดของค่าความและค่าอำนาจจำแนก ปรากฏในภาคผนวก ง

จากนั้นวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบทดสอบด้วยวิธีของคูเดอร์และริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) หรือแบบ  $KR_{20}$  ได้ค่าความเที่ยง 0.947 รายละเอียดค่าความเที่ยงของแบบทดสอบปรากฏในภาคผนวก ง

### 2.3.5 ชั้นประเมินผล

นำข้อสอบแต่ละข้อมาจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ให้เป็นฉบับสมบูรณ์

## 2.4 แบบประเมินความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

### 2.4.1 ชั้นวิเคราะห์

1) กำหนดสิ่งที่จะสอบถาม ครอบคลุมด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ด้านกระบวนการเรียนรู้ ด้านการนำเสนอและการใช้ภาษา ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการจัดการบทเรียน

2) ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามและแบบประเมินความพึงพอใจและวิธีการสร้างแบบประเมินจากหนังสือการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษาของ พิสุทธิ อาธิราษฎร์ (2551:174)

### 2.4.2 ชั้นออกแบบ

ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินความพึงพอใจตามที่ได้กำหนดสิ่งที่จะถาม ดังนี้

1) ตอนที่ 1 แบบสอบถามมาตรฐานค่ามี 5 หัวเรื่อง จำนวน 22 ข้อคำถามดังนี้  
(1) ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง จำนวน 4 ข้อคำถาม (2) ด้านกระบวนการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อคำถาม (3) ด้านการนำเสนอและการใช้ภาษา จำนวน 6 ข้อคำถาม (4) ด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 ข้อคำถาม และ (5) ด้านการจัดการบทเรียน จำนวน 5 ข้อคำถาม

2) ตอนที่ 2 แบบสอบถามปลายเปิด เกี่ยวกับข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม จำนวน 1 ข้อ

### 2.4.3 ชั้นพัฒนา

ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบของแบบประเมินเป็นข้อคำถามแบบมาตรฐานค่า (Rating Scale) 5 อันดับ มีค่าน้ำหนักและคะแนนดังนี้

- ระดับประเมิน 5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด  
 ระดับประเมิน 4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก  
 ระดับประเมิน 3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง  
 ระดับประเมิน 2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย  
 ระดับประเมิน 1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

#### 2.4.4 ขั้่นนำไปใช้

1) นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบข้อคำถาม ครอบคลุมวัตถุประสงค์สิ่งที่ประเมิน ความชัดเจนของข้อคำถาม และภาษาที่ใช้จากแบบประเมิน ผู้ทรงคุณวุฒิสอนแนะข้อควรปรับปรุง คือ แบบประเมินบางข้อมีความหมายไม่ชัดเจน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

2) นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับนักเรียนในการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มจำนวน 6 คน เพื่อทดสอบความเข้าใจในคำถามของแบบประเมินและนำไปใช้กับนักเรียนในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม จำนวน 30 คน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.777

#### 2.4.5 ขั้่นประเมินผล

จัดพิมพ์แบบประเมินความพึงพอใจเป็นฉบับสมบูรณ์

### 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลในการทดสอบประเมินประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชา ค 21102 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน มี 3 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบเดี่ยว การทดลองแบบกลุ่ม และการทดลองแบบภาคสนาม ทั้ง 3 ขั้นตอน เก็บรวบรวมข้อมูลเหมือนกันโดยครอบคลุม (1) การเตรียมสถานที่ในการวิจัย (2) วันเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ (3) ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และ(4) การรวบรวมข้อมูล

#### 3.1 การเตรียมสถานที่ในการวิจัย

การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 3 ครั้ง ใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ของโรงเรียนพนัสพิทยาคาร ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่สามารถรองรับการทำงานระบบมัลติมีเดีย ปรับตั้งค่าความละเอียดของหน้าจอไว้ที่ 1024×768 Pixels เพื่อให้มีความเหมาะสมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น ติดตั้งหูฟังสำหรับทุกเครื่อง

#### 3.2 วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยได้นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ทั้ง 15 เล่มไปทดสอบประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอนกับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ที่ไม่ใช่  
กลุ่มตัวอย่างแต่ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เช่นเดียวกันตามวัน  
และเวลาปรากฏ ดังนี้

ตารางที่ 3.3 วัน เวลา ในการทดสอบประสิทธิภาพ

| วัน เดือน ปี   | เล่มที่ | ชื่อเรื่อง   | เวลา<br>(ชั่วโมง) |
|--|---------|--|-------------------|
| ช่วงระหว่าง<br>วันที่ 6<br>ตุลาคม<br>พ.ศ. 2557<br>ถึง<br>วันที่ 30<br>ธันวาคม<br>พ.ศ. 2557 | 1       | ทศนิยมและการเปรียบเทียบทศนิยม                      | 2                 |
|  | 2       | การบวกทศนิยม                                       | 2                 |
|  | 3       | การลบทศนิยม  | 1                 |
|  | 4       | การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวกและการลบ<br>ทศนิยม  | 1                 |
|  | 5       | การคูณทศนิยม                                       | 2                 |
|  | 6       | การหารทศนิยม                                       | 2                 |
|  | 7       | การบวก ลบ คูณ หารทศนิยม                            | 2                 |
|  | 8       | เศษส่วนและการเปรียบเทียบเศษส่วน                    | 2                 |
|  | 9       | การบวกเศษส่วน                                      | 2                 |
|  | 10      | การลบเศษส่วน                                       | 1                 |
|  | 11      | การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวกและการลบ<br>เศษส่วน | 1                 |
|  | 12      | การคูณเศษส่วน                                      | 2                 |
|  | 13      | การหารเศษส่วน                                      | 2                 |
|  | 14      | การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน                           | 2                 |
|  | 15      | ความสัมพันธ์ระหว่างทศนิยมและเศษส่วน                | 2                 |
| รวม  |         |  | 26                |

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวระหว่างวันที่ 6 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2557  
ถึง วันที่ 31 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2557 ทำการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มระหว่างวันที่ 3  
เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึงวันที่ 1 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2557 และทำการทดสอบ  
ประสิทธิภาพแบบภาคสนามระหว่างวันที่ 2 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2557 ถึงวันที่ 30 เดือน  
ธันวาคม พ.ศ. 2557

### 3.3 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3.3.1 การเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน ผู้วิจัยได้จัดเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนที่จะทำการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยการอธิบายขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การฝึกและทบทวนทักษะการใช้ปุ่มเชื่อมโยงประโยคต่างๆ ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

#### 3.3.2 ขั้นตอนก่อนการเรียนรู้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1) กำหนดเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดให้นักเรียน 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

2) ปฐมนิเทศนักเรียน โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย จากนั้นจึงดำเนินการทดลองใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และการเก็บรวบรวมข้อมูล

| ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์                                   | การรวบรวมข้อมูล   |
|---|---|
| ขั้นที่ 1 ประเมินก่อนเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยการทำแบบทดสอบก่อนเรียน | คะแนนการทดสอบก่อนเรียน เพื่อนำมาทดสอบค่าที่                           |
| ขั้นที่ 2 ศึกษาเนื้อหาสาระจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์                            | -   |
| ขั้นที่ 3 ดำเนินกิจกรรมโดยให้นักเรียน ทำกิจกรรมระหว่างเรียน                   | คะแนนกิจกรรมในแบบฝึกทักษะ เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพค่า $E_1$             |
| ขั้นที่ 4 ประเมินหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยการทำแบบทดสอบหลังเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพค่า $E_2$ และการทดสอบค่าที่ |

### 3.4 การรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.4.1 การเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนและกิจกรรมระหว่างเรียนจากการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในการทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

3.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม ผู้วิจัยได้สังเกตและสัมภาษณ์กลุ่มทดลองแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม เพื่อนำมาปรับปรุงหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3.4.3 การเก็บข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้แจกแบบประเมินความพึงพอใจให้นักเรียนกลุ่มที่ใช้ทดลองตอบหลังจากการทดลองแบบภาคสนามเสร็จแล้ว โดยได้รับแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์กลับคืนมาทุกฉบับและนำมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

#### 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ประเด็นได้แก่ (1) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (2) การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และ (3) การวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

##### 4.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามเกณฑ์ 85/85 ที่กำหนดไว้จากสูตร  $E_1/E_2$  (ชัยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา ลินสกุล . 2520 : 136-137)

การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ใช้สูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \quad (\text{หรือ } \frac{\bar{X}}{A} \times 100)$$

เมื่อ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของคะแนนจากแบบฝึกทักษะ

N คือ จำนวนนักเรียน

การหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ใช้สูตรดังนี้

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad (\text{หรือ } \frac{\bar{F}}{B} \times 100)$$

เมื่อ  $E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$  คือ คะแนนรวมของการทำแบบทดสอบหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนนักเรียน

การยอมรับประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นในกรณีที่ไม่เป็นตามเกณฑ์ที่กำหนด อาจอนุโลมให้ระดับผิดพลาดได้สูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2.5 %

4.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยทดสอบค่าที (t-dependent) (William Sealy Gosset and David Wechsler อ้างใน Glass, V. and Hopkins, Kenneth D. , 1987 : 217-220 และ 240-242)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ  $t$  คือ อัตราส่วนวิกฤต

$\sum D$  คือ ผลต่างของคะแนนรวมแต่ละคู่

$\sum D^2$  คือ ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$N$  คือ จำนวนคู่ของคะแนน

4.3 การวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

การวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

4.3.1 การหาค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  คือ คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$  คือ ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

$N$  คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบแบบประเมินทั้งหมด

การวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ กำหนดช่วงของค่าเฉลี่ย จอห์น ดับบลิว เบสท์ และเจมส์ วี คาห์น (John W. Best and James V. Kahn) ดังนี้ (Best , John W. and Kahn , James V. 1986 : 181-182)

| ค่าเฉลี่ย   | ความหมาย                         |
|-------------|----------------------------------|
| 4.50 – 5.00 | ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด  |
| 3.50 – 4.49 | ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก        |
| 2.50 – 3.49 | ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง    |
| 1.50 – 2.49 | ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย       |
| 1.00 – 1.49 | ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด |

4.3.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตรดังนี้ (Lafferty , Peter and Rowe , Julain , 1995 : 561-562)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

|       |              |     |                                      |
|-------|--------------|-----|--------------------------------------|
| เมื่อ | S.D.         | คือ | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน                 |
|       | $\sum X^2$   | คือ | ผลรวมยกกำลังสองของคะแนนทุกจำนวน      |
|       | $(\sum X)^2$ | คือ | ผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง      |
|       | N            | คือ | จำนวนนักเรียนที่ตอบแบบประเมินทั้งหมด |